

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 57132072
PUBLICATION DATE : 16-08-82

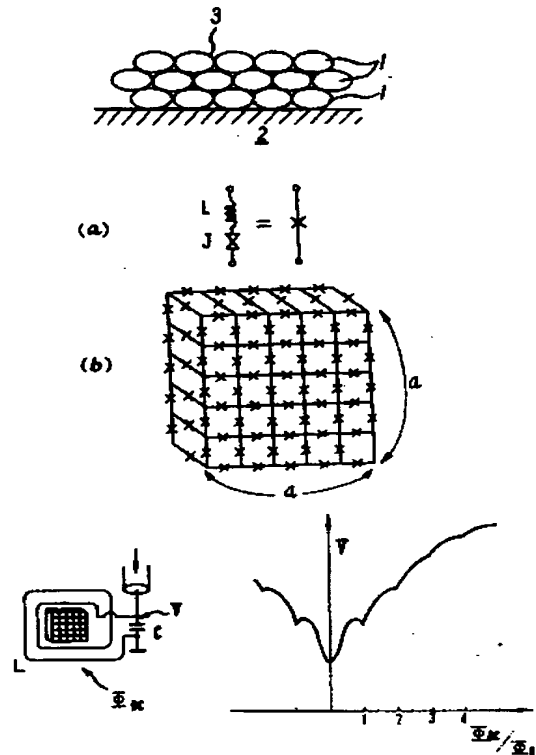
APPLICATION DATE : 09-02-81
APPLICATION NUMBER : 56016890

APPLICANT : TOHOKU METAL IND LTD;

INVENTOR : YAMASHITA TSUTOMU;

INT.CL. : G01R 33/035

TITLE : ABSOLUTE FLUXMETER OF
SUPERCONDUCTION QUANTUM
INTERFERENCE



ABSTRACT : PURPOSE: To realize the absolute measurement of magnetic flux, by using Josephson elements which have the superconduction properties to be reduced for every invasion of the magnetic flux quantum and gives an incomplete period answer to the magnetic flux.

CONSTITUTION: A number of superconductive metallic fine particles 1 are formed on a substrate 2, and a spot connection is given to the particles 1. Then the surface of each particle is oxidized to obtain an oxidized film. Furthermore, the similar metallic fine particles are formed on the oxidized film. This operation is repeated to obtain a 2-dimentional or 3-dimentional Josephson distribution circuit network containing Josephson elements 3 between the metallic fine particles. Then an external magnetic field ϕ_e is applied to a reticular equivalence circuit consisting of a Josephson element J and an inductance L. As a result, the superconduction properties of the distribution circuit network is reduced with every invasion of the magnetic flux quantum. Accordingly the stabilized state is reduced with increment of the magnetic flux quantum number (n). Thus the AC magnetic flux ϕ_{rf} and the DC magnetic flux ϕ_{DC} are applied from an LC resonance circuit to detect $\phi_{DC}=0$.

COPYRIGHT: (C)1982,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-132072

⑨ Int. Cl.³
G 01 R 33/035

識別記号

庁内整理番号
7706-2G

⑬ 公開 昭和57年(1982)8月16日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 超伝導量子干渉絶対磁束計

長岡市上除町甲1672-18

⑯ 特 願 昭56-16890

⑰ 出 願 人 東北金属工業株式会社

⑱ 出 願 昭56(1981)2月9日

仙台市郡山六丁目7番1号

⑲ 発 明 者 山下努

⑳ 代 理 人 弁理士 芦田坦 外2名

BEST AVAILABLE COPY

明 細 書

1. 発明の名称

超伝導量子干渉絶対磁束計

2. 特許請求の範囲

1. 磁束量子が侵入すると共に超伝導性が弱くなり、磁束に対して不完全周期応答をするジョセフソン素子を用い、印加されている絶対磁束を検出するようにしたことを特徴とする超伝導量子干渉絶対磁束計。

2. 特許請求の範囲第1項の超伝導量子干渉絶対磁束計において、上記ジョセフソン素子が、多数二次元的あるいは三次元的に結合したジョセフソン分布回路網の形で用いられているもの。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、超伝導量子干渉 (Superconducting Quantum Interference Devices 略して SQUID (スクイッド) と呼ぶ) 磁束計に関するもので、超微弱の磁束を絶対量で測定するものに係わる。

スクイッド磁束計は、磁束量子 $\Phi_0 = 2.07 \times 10^{-15} \text{ Wb}$ を検出する超高感度の磁束計であるが

スクイッド素子の外部磁界 Φ_e に対する応答特性が Φ_0 を周期として完全周期変化するものであるために、従来のスクイッド磁束計は相対磁束しか測定できない難点があった。

本発明による新規なスクイッド素子は、その特性が Φ_0 に対して絶対磁束が零の近辺においてのみ大きな Φ_0 周期の応答を示すために、従来不可能とされた微弱な絶対磁束の検出を可能とする新規な装置を提供するものである。

第1図は既存のスクイッド磁束計の回路図で、液体ヘリウム温度に維持されている超伝導円筒の一部にジョセフソン素子 J を含む閉回路は、A に示される如く、インダクタンス L_1 と J によって表わすことができる。この閉回路 A は相互インダクタンス M により、インダクタンス L_2 とコンデンサ C からなる共振タンク回路と結合され、しかもこの共振回路には同軸線により交流電流 I が印加されている。よって閉回路 A には直流磁束 Φ_{DC} と交流磁束 Φ_{RF} からなる外部磁束 Φ_e が印加されれば、このとき Φ_e に対する閉回路 A の内部磁束 Φ_i

特開昭57-132072(2)

は第2図(a)の如く量子化される。ここで、 ϕ_c は磁束量子数 $n = 0$ から $n = 1$ 状態へ遷移する時の ϕ_c の値である。今、 $\phi_{dc} = 0$ で $\phi_{rf} \leq \phi_c$ とすると、 $n = 0$ 状態に止るから、 A は損失を示さない。ここで $\phi_{dc} = \phi_c/2$ だけ第2図(a)のように加えると、 $n = 0$ から $n = 1$ への遷移が起り、これによる損失のため、共振回路電圧 V は減少する。 ϕ_{dc} が更に増加して ϕ_c となると、 $\phi_n = 0$ の状態にもどり、結局 V は、第2図(b)のように ϕ_{dc} によって完全周期変化を示す。よって、従来のスクイッド磁束計では磁束の原点を定めることはできず、相対測定しかできない制限があった。

本発明は、この制限を完全にとりはらい、磁束の絶対測定を可能にするものである。本発明では、まず、例えば第3図に示す如く、蒸着等の薄膜成膜技術によって、 $0.1 \mu m$ から $1 \mu m$ 程度の Pb 、 Nb 、 Sn やそれらの複合物でなる超伝導金属微粒子1を多数基板2上に形成し、粒子を点接合させてこれらの表面を酸化して酸化膜を形成し、更にその上に前記同様の金属微粒子を形成する。この操

作をくり返すことにより、各金属微粒子間にジョセフソン素子3をもつ、ジョセフソン二次元あるいは三次元分布回路網を形成する。このようなジョセフソン分布回路網は、第4図(b)に示すように、第4図(a)のジョセフソン素子JとインダクタンスLからなる網状の電氣的等価回路で表わされる。このような等価回路に外部磁界 ϕ_e を印加すると、第5図の如く、磁束量子が侵入することにより分布回路網の超伝導性が弱くなるため、磁束量子数 n が増加するに従って、安定な状態が少なくなる。従って、このような分布回路網に、第6図のようにLC共振回路より交流磁束 ϕ_{rf} 及び直流磁束 ϕ_{dc} を加えて、電圧 V をみれば、第7図のように ϕ_{dc} に対して不完全周期函数となり、従って $\phi_{dc} = 0$ を検出することができる。

以上のべたようにジョセフソン分布回路網を用いれば磁束の絶対測定が可能となるが、分布回路網に替えて、超伝導性の弱い超伝導材料を用いても良く、この場合も分布回路網と同じ特性をもつ。

以上、本発明について説明したが、本発明によ

るスクイッド磁束計は、高性能なシールドルーム内の超微量の磁界の測定、あるいは物質の磁化率の測定を可能とするばかりでなく、人間の心臓から発生する磁束、即ちその絶対磁束を高性能に測定できる心磁計としても有効で、本発明の意義は産業上、医学上等極めて有意義である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は従来装置のスクイッド素子およびタンク回路を示す図、第2図は同装置の特性を示すもので、(a)図は外部磁束と内部磁束との関係を示し、(b)図は完全周期変化を示す回路電圧を表わす。第3図は本発明によるジョセフソン素子の断面図で、第4図は本発明によるジョセフソン素子の電気回路を示す図であり、(a)図は単位回路、(b)図は分布等価回路を示す図である。第5図は同例の外部磁束および内部磁束との関係を示す図であり、第6図は、交流磁束および直流磁束を与える回路図を示しており、第7図は同例の不完全周期変化の応答特性を示す図である。

1…超伝導金属微粒子、2…基板、3…ジョセ

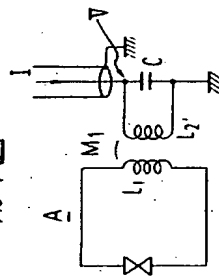
フソン素子。

代理人 (7127) 弁理士 後藤 洋介

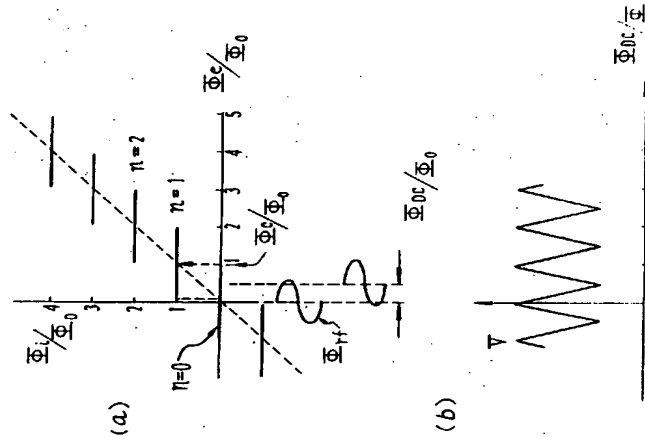


BEST AVAILABLE COPY

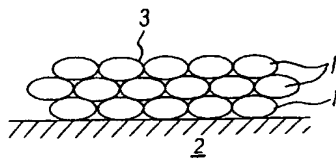
第1図



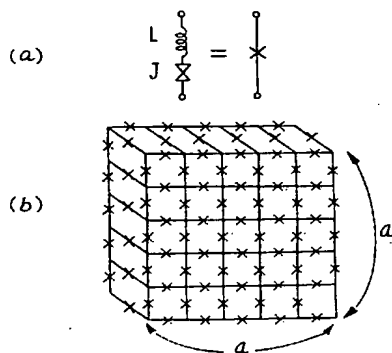
第2図



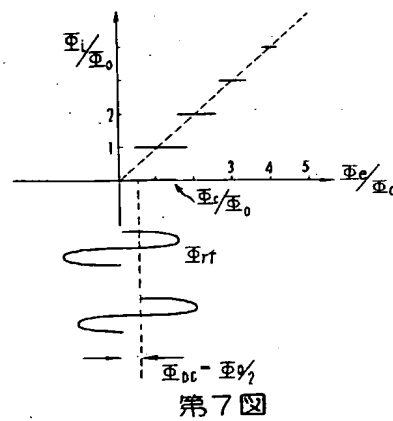
第3図



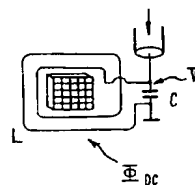
第4図



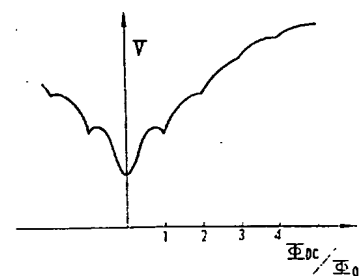
第5図



第6図



第7図



THIS PAGE BLANK (USPTO)